

PAT-NO: JP02002189072A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002189072 A
TITLE: GPS RECEIVER AND GPS POSITIONING SYSTEM
PUBN-DATE: July 5, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
------	---------

MIENO, MASAYUKI	N/A
-----------------	-----

KIMURA, KOICHI	N/A
----------------	-----

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
------	---------

NEC CORP	N/A
----------	-----

APPL-NO: JP2000386585
APPL-DATE: December 20, 2000

INT-CL (IPC): G01 S 005/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide position information, even when a reception intensity of GPS signals is weak through compensating for phase inversion of a navigation message and integrating the phase over a long time.

SOLUTION: A base station 20 receives GPS signals 11 at all times, and extracts and holds information for assisting a GPS receiver 30 to receive signals and to calculate position. The base station 20 sends assisting information via a communication line 40, when the GPS receiver 30 needs information. The base

station 20 assists in synchronizing of the reception time of the GPS receiver 30. The GPS receiver 30 receives the GPS signal 11, generates an intermediate frequency signal by down-converting the GPS signal, and stores the A/D converted data into a storage part. The GPS receiver 30 integrates GPS signal data stored in the memory part 33, while matching the phase, on the basis of the assisting information (satellite navigation message and phase inversion information) supplied from the base station 20. The GPS receiver 30 calculates the position with the use of the integrated GPS data.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-189072

(P2002-189072A)

(43) 公開日 平成14年7月5日(2002.7.5)

(51) Int.Cl.

G 0 1 S 5/14

識別記号

F I

G 0 1 S 5/14

キーワード(参考)

5 J 0 6 2

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-386585(P2000-386585)

(22) 出願日 平成12年12月20日(2000.12.20)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 三重野 真之

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 木村 恒一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100079164

弁理士 高橋 勇

Fターム(参考) 5J062 AA13 BB05 CC07 DD12 DD14

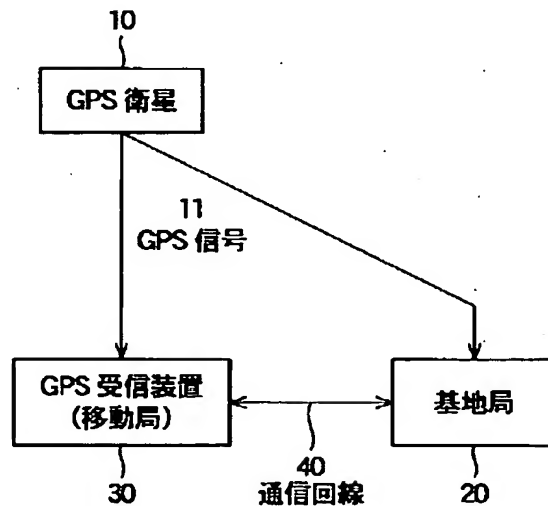
DD22 DD23 EE03 FF01

(54) 【発明の名称】 GPS受信装置及びGPS測位システム

(57) 【要約】

【課題】 航法メッセージの位相反転を補償して長時間の位相積分を行なうことで、GPS信号の受信強度が弱い場合でも位置情報を提供できるようにする。

【解決手段】 基地局20はGPS信号11を常時受信し、GPS受信装置30の受信及び測位計算を支援するための情報を抽出して保持している。基地局20は、GPS受信装置30が必要とするときに通信回線40を介して支援情報を送出する。基地局20は、GPS受信装置30の受信時刻同期の支援を行なう。GPS受信装置30は、GPS信号11を受信し、ダウンコンバートして中間周波信号を生成し、そのA/D変換データをメモリ部に保存する。GPS受信装置30は、メモリ部33に記憶されたGPS信号データを基地局20から供給される支援情報(衛星航法メッセージ及び位相反転情報)に基づいて位相をそろえて積分する。GPS受信装置30は、積分されたGPSデータを用いて測位計算を行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信したGPS信号を周波数変換して中間周波信号を出力する高周波部と、
前記中間周波信号をA/D変換して中間周波信号サンプルデータを出力するA/D変換部と、
所定時間分の前記中間周波信号サンプルデータを時系列との対応を付けて格納するメモリ部と、
基地局とデータ通信を行なう通信部と、
前記基地局から供給される航法メッセージの位相反転情報に基づいて前記メモリ部に格納された前記中間周波信号サンプルデータに対して位相補正を施した後に、所定時間分の前記中間周波信号サンプルデータの全てを対象に位相積分を行なって位相積分結果を出力する積分部と、
前記位相積分結果に基づいて位置情報を演算するGPS計算部と、
を備えたことを特徴とするGPS受信装置。

【請求項2】 請求項1記載のGPS受信装置と、このGPS受信装置に対して航法メッセージの位相反転情報及び測位計算を支援するための情報を提供する基地局と、
からなることを特徴とするGPS測位システム。

【請求項3】 前記GPS受信装置と前記基地局とはインターネットを介して接続されている、
請求項2記載のGPS測位システム。

【請求項4】 前記GPS受信装置と前記基地局とは携帯通信網を介して接続されている、
請求項2記載のGPS測位システム。

【請求項5】 前記GPS受信装置と前記基地局とはインターネット及び携帯通信網を介して接続されている、
請求項2記載のGPS測位システム。

【請求項6】 前記GPS受信装置をクライアントとし、前記基地局をサーバとするサーバ・クライアント方式を採る、
請求項2、3、4又は5記載のGPS測位システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はGPS受信装置及びGPS測位システムに係り、詳しくは、航法メッセージの位相反転を補償して長時間の位相積分を行なうことで、GPS信号の受信強度が弱い場合でも位置情報を提供できるようにしたGPS受信装置及びGPS測位システムに関する。

【0002】

【従来の技術】通常のGPS受信装置は、見通しのよい場所での受信を前提としており、使用場所には大きな制約がある。そのため、携帯型のGPS受信装置を持っていたとしても店の中や都心部などの受信状態が良くない場所では、店の外に出たり見通しのよい場所まで移動する必要があった。そこで、受信したGPS信号に対して

位相積分やパワー化積分の信号処理を施すことで、GPS信号の受信強度が弱い場合でも測位計算を可能にする技術が提案されている。

【0003】図6は従来の信号処理の動作を示す図である。図6(b)はGPS信号をダウンコンバートした中間周波信号を示している。この中間周波信号は、疑似ノイズ信号と呼ばれる1msで繰り返す位相変調信号(図6(a)のH、Lはそれぞれ2つの位相を示す)が20個単位で繰り返される信号である。図6(a)に示すように、疑似ノイズ信号の周期はエボックと呼ばれる。疑似ノイズ信号20個でGPS衛星が放送する50bpsの1ビットをなす。GPS衛星が放送する航法メッセージのビットは、20個の疑似ノイズ信号の位相反転で表現される。図6(b)は航法メッセージが010である場合を示している。航法メッセージは、測位計算を行なうために必要となる各衛星毎の詳細は軌道情報や大気による遅延時間の情報、衛星の健康状態等の情報を含む。

【0004】従来の高感度化処理では、中間周波信号を20msを著しく超えない長さのブロック(これを位相積分ブロックと呼ぶ)に分割し、さらにそれぞれの位相積分ブロックを1エボックに相当する1ms毎に区切って分割した後に加算して1つにする。図6(c)に示すように、信号波形の1ms周期への分割と、分割された波形を加算して1つのデータにする操作とを合せて位相積分と呼ぶ。位相積分によって疑似ノイズ信号の波形が強調されて、中間周波信号のSN比が改善される。これが高感度化の基本原理である。位相積分された中間周波信号に対して、GPS計算部は予め生成・保持してある疑似ノイズ信号との相関処理を行なう。その結果、図6(d)に示すように、受信された疑似ノイズ信号と生成した疑似ノイズ信号との位相ずれがピークの位置として現われるため、これをGPSの測位計算に用いる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の高感度化の手法では、航法メッセージによる疑似ノイズ信号の位相反転により、高感度化の効果が期待できる位相積分の時間は、20ms程度までに限られていた。そのため位相積分の出力を相関処理した出力をパワー化や絶対値化等の処理で符号を取り除いてから加算して1つのデータにしていた。この操作はパワー積分と呼ばれている。パワー積分では、位相積分ブロック毎に相関処理を行なう必要が有る。相関処理は計算負荷が高いために、パワー積分は計算負荷が大きく、また、消費電力も大きい。

【0006】

【発明の目的】本発明はこのような課題を解決するためなされたもので、航法メッセージの位相反転を補償して長時間の位相積分を行なうことで、GPS信号の受信強度が弱い場合でも位置情報を提供できるようにしたGPS受信装置及びGPS測位システムを提供することを目的とする。また、本発明は、同じ積分時間ならば従来手

法よりも高感度化が可能であり、同じ感度向上効果を得るためには少ない積分時間しか必要とせず、さらに、電力消費を低減させることのできるGPS受信装置及びGPS測位システムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため本発明に係るGPS受信装置は、受信したGPS信号を周波数変換して中間周波信号を出力する高周波部と、中間周波信号をA/D変換して中間周波信号サンプルデータを出力するA/D変換部と、所定時間分の前記中間周波信号サンプルデータを時系列との対応を付けて格納するメモリ部と、基地局とデータ通信を行なう通信部と、基地局から供給される航法メッセージの位相反転情報に基づいてメモリ部に格納された中間周波信号サンプルデータに対して位相補正を施した後に所定時間分の中間周波信号サンプルデータの全てを対象に位相積分を行なって位相積分結果を出力する積分部と、位相積分結果に基づいて位置情報を演算するGPS計算部とを備えたことを特徴とする。

【0008】本発明に係るGPS測位システムは、上記GPS受信装置と、GPS受信装置に対して航法メッセージの位相反転情報及び測位計算を支援するための情報を提供する基地局とからなることを特徴とする。

【0009】本発明に係るGPS受信装置及びGPS測位システムは、GPS信号の中間周波信号をサンプリングしたデータを始めから終わりまでを対象に、従来の数10ミリ秒と比較して大幅に長い秒単位の時間で位相積分することができるので、信号のSN比を効果的に向上させることができる。

【0010】また、パワー積分をしないため高感度化処理の中では相関計算を必要としない。このため、高感度化処理に伴う計算負荷をパワー積分と比較して大幅に削減でき、低電力化が可能である。

【0011】さらに、GPS受信装置が航法メッセージによる疑似ノイズ信号の位相反転を取得する必要がないため、基地局との通信が可能な場所ならばどこであっても高感度化処理が実行可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明に係るGPS測位システムのブロック構成図、図2は本発明に係る基地局のブロック構成図、図3は本発明に係るGPS受信装置（移動局）のブロック構成図、図4はGPS受信装置（移動局）の積分部の機能ブロック構成図、図5は積分部の動作を示す図である。

【0013】図1に示すように本発明に係るGPS測位システムは、GPS衛星10と、基地局20と、GPS受信装置（移動局）30と、通信回線40とからなる。

【0014】本発明に係るGPS測位システムは、一般の利用者が携帯または据え付けで保有するGPS受信装

置（移動局）30と、このGPS受信装置（移動局）30に対して通信回線40を介して高感度化処理に必要な支援情報を提供しGPS処理計算の支援を行なう基地局20と、これらの機器に搭載されるソフトウェアから構成されるシステムにおいて、GPS受信装置（移動局）30が受信するGPS衛星10からのGPS信号11が極度に減衰している場合でも、GPS受信装置（移動局）30が基地局20の支援を得てコードトラック及び測位計算を行なって利用者に対して位置情報を提供できるようにしたものである。

【0015】基地局20は、GPS衛星10からのGPS信号11を常時受信し、GPS受信装置（移動局）30の受信及び測位計算を支援するための情報を抽出して保持する。基地局20は、GPS受信装置（移動局）30のための常時用意してある支援情報を、GPS受信装置（移動局）30が必要とするときに通信回線40を介してGPS受信装置（移動局）30へ送る。基地局20は、GPS受信装置（移動局）30の受信時刻同期の支援を行なう。

【0016】GPS受信装置（移動局）30は、GPS衛星10からのGPS信号11を受信し、ダウンコンバートして中間周波信号122を生成する。中間周波信号122は、GPS受信装置（移動局）30に搭載されたメモリ部33に保存される。GPS受信装置（移動局）30は、メモリ部33に記憶されたGPS信号11を基地局20から通信回線40を通じて送られる支援情報に基づいて位相をそろえて積分する。GPS受信装置（移動局）30は、積分されたGPSデータを用いて測位計算を行なう。

【0017】このように本発明に係るGPS測位システムでは、GPS信号11のデータが長時間にわたってGPS受信装置（移動局）30のメモリ部33に記憶され、基地局20が提供する支援情報に基づいて位相をそろえた上で積分することにより、従来のGPS受信装置では測位計算に利用できないような微弱なGPS信号を用いても測位計算を可能にする。

【0018】本発明に係るGPS測位システムでは、中間周波信号サンプルデータと同期した航法メッセージの詳細な位相反転情報（図5（e））を支援情報としてGPS受信装置（移動局）30が基地局20からもらう。GPS受信装置（移動局）30は航法メッセージによる位相反転情報を基に、中間周波信号サンプルデータの位相補正を行なう（図5（f））。この位相補正処理により、取得された中間周波信号サンプルデータのすべてを対象に位相積分を行なうことができるようになる（図5（g））。この位相積分結果はパワー積分結果よりも大きなSN比の向上をもたらす（図5（g）、（h））。これにより、従来の高感度化手法では得られなかった非常に効率のよい高感度化処理を可能とした。また、従来の高感度化手法では位相積分ブロックごとに相関処理を

行なっていたのに対して、本発明に係る手法では、計算負荷の高い相関処理を位相積分後に1回行なうだけであるため計算負荷の減少及び低電力化にも貢献できる。

【0019】図2に示すように基地局20は、高周波部21と、A/D変換部22と、疑似ノイズ復調部23と、航法メッセージ復元部24と、メモリ部25と、通信部26とからなる。

【0020】高周波部21は、GPS信号11をダウンコンバートして中間周波信号121を出力する。A/D変換部22は、中間周波信号121をサンプリングしてメモリ部25に格納する。なお、メモリ部25は、中間周波信号サンプルデータ131、航法メッセージビット列、航法メッセージの解析結果を同時にセグメント毎に別目的で活用している。

【0021】疑似ノイズ信号復調部23は、メモリ部25に格納された中間周波信号サンプルデータ131を受信対象の衛星ごとに固有のコードと相関をとり、時刻ごとの航法メッセージのデータビット列を抽出し、タイムスタンプとともにメモリ部25に格納する。

【0022】航法メッセージ復元部24は、メモリ部25に格納されたGPS衛星ごとの航法メッセージビット列を航法メッセージのフォーマットに従って、航法メッセージを構成する全ての定数・変数を復元し、メモリ部25に格納する。なお、すでに航法メッセージがメモリ部25に格納されている場合は、航法メッセージを最新情報に更新しながら上書き格納する。

【0023】通信部26は、疑似ノイズ復調部23と航法メッセージ復元部24で作成され、メモリ部25に格納されたGPS受信装置(移動局)支援データを、GPS受信装置(移動局)30からの要請を受けて通信回線40を通じてGPS受信装置(移動局)30に送信する。

【0024】図3に示すようにGPS受信装置(移動局)30は、高周波部31と、A/D変換部32と、メモリ部33と、通信部34と、積分部35と、GPS計算部36とからなる。

【0025】高周波部31は、GPS信号11をダウンコンバートし、中間周波信号122とする。A/D変換部32は、中間周波信号122をサンプリングしてメモリ部33に格納する。通信部34は、サンプリング開始時刻を基地局20の支援に基づいて計測する。通信部34は、各衛星10からの信号の位相情報を基地局20から取得する。

【0026】積分部35は、メモリ部34に格納した航法メッセージデータを、衛星10ごとの位相情報に基づいて位相補正を行ない積分する。この積分は基地局20から取得した衛星選択リストに載っている衛星すべてに対して行ない、結果をメモリ部33に格納する。

【0027】GPS計算部36は、メモリ部33に格納された積分結果を相関計算してGPS受信装置(移動

局)30の位置を計算する。

【0028】図4に示すように積分部35は、処理終了判定部51と、位相補正情報取得部52と、エポック長計算部53と、位相補正部54と、ドップラ周波数計算部55と、周波数補正部56と、加算部57とを備える。なお、これらの各機能部51~57はCPUを用いソフトウェア(プログラム制御)によって構成されている。

【0029】処理を開始すると、基地局20で作成され、GPS受信装置(移動局)30に送られてメモリ部33に格納されている「処理を行なうべき衛星選択リスト」を参照して次のループに入る。

【0030】処理終了判定部51は、すでに処理すべき衛星選択リストに載せられたすべての衛星からの信号を積分したかどうかを判定し、すべての衛星からの信号に対する積分が終了していなければ、次の積分に進む。終了していれば積分部35での処理を終了して、GPS計算部36での測位計算処理に進む。

【0031】位相補正情報取得部52では、積分対象の信号の位相補正情報(図5(e))をメモリ部33から読み出す。メモリ部33には前もって基地局20から得た位相補正情報が格納されている。

【0032】エポック長計算部53では、メモリ部33からの航法メッセージ情報に含まれる衛星の軌道情報を基に、衛星信号のエポック長を計算する。エポック長は衛星からの信号送信時には正確に1msであるが、受信時は衛星と観測者との間の相対速度によって生ずるドップラ効果のため、1msとは異なる値を取る。

【0033】位相補正部54では、メモリ部33から読み出した位相補正情報に従って、中間周波信号サンプルデータの航法メッセージによって生じた位相反転を取り除く補正を行なう。

【0034】ドップラ周波数計算部55では、処理対象衛星10とGPS受信装置(移動局)30との相対速度から生ずるドップラ周波数偏位の値を計算する。

【0035】周波数補正部56では、中間周波信号サンプルデータに対してドップラ周波数とシステムの局発誤差によって生じた位相回転を取り除く修正を行なう。

【0036】加算部57では、中間周波信号サンプルデータを1エポックごとに分割した後でそれらを加算して1エポック分のデータにし、現在着目している衛星信号に対する位相積分の出力とし、メモリ部33に格納する。位相積分の出力は測位計算を行なうGPS計算部36が後で使用する。

【0037】処理終了判定部51は、選択されたすべての衛星コードに対応する位相積分を終了したかどうかの判定を行なう。終了していなければ次の衛星の疑似ノイズコードに対して同じ動作を繰り返す。終了していれば位相積分を終了し測位計算に移行する。

【0038】本実施の形態では、基地局20とGPS受

信装置（移動局）30とを通信回線40を介して接続する構成を示したが、通信回線40をインターネット等のネットワーク、携帯通信網、または放送情報の活用としてもよい。

【0039】本発明に係るGPS測位システムは、基地局20をサーバとし、GPS受信装置（移動局）30をクライアントするサーバ・クライアントシステムとして構成することができる。

【0040】サーバである基地局20とクライアントであるGPS受信装置（移動局）30との間の処理分担は、ある程度の自由度を持って配分を変化させて異なるアプリケーションに対応することが可能である。例えば、GPS受信装置（移動局）30で取得された中間周波信号122をA/D変換部32でサンプルした中間周波信号サンプルデータ132を基地局20へ送り、基地局20側で積分計算を行ない、その積分計算の結果をGPS受信装置（移動局）30に通信回線40を通じて供給するようにしてもよい。

【0041】要約すると、基地局20はGPS信号11を常時受信し、GPS受信装置30の受信及び測位計算を支援するための情報を抽出して保持している。基地局20は、GPS受信装置30が必要とするときに通信回線40を介して支援情報を送出する。基地局20は、GPS受信装置30の受信時刻同期の支援を行なう。GPS受信装置30は、GPS信号11を受信し、ダウンコンバートして中間周波信号を生成し、そのA/D変換データをメモリ部に保存する。GPS受信装置30は、メモリ部33に記憶されたGPS信号データを基地局20から供給される支援情報（衛星航法メッセージ及び位相反転情報）に基づいて位相をそろえて積分する。GPS受信装置30は、積分されたGPSデータを用いて測位計算を行なう。これにより、航法メッセージの位相反転を補償して長時間の位相積分を行なうことで、GPS信号の受信強度が弱い場合でも位置情報を提供できるようにする。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るGPS受信装置及びGPS測位システムは、位相積分を行なうために必要な衛星航法メッセージ及び位相反転情報を基地局からGPS受信装置へ供給し、GPS受信装置は航法メッセージの位相反転を補正することでGPS受信信号（疑似ノイズ信号）を長時間に亘って位相積分できるようにしたので、これによりGPS受信装置の高感度化を図ることができる。よって、GPS信号の受信強度が弱い場合でも位置情報を提供することができる。

【0043】GPS信号の中間周波信号をサンプリングしたデータをはじめから終わりまでを対象に、従来の数10ミリ秒と比較して大幅に長い秒単位の時間で位相積分

することができるので、信号のSN比を効果的に向上させることができる。

【0044】パワー積分をしないため高感度化処理の中では相関計算を必要としない。そのため、高感度化処理に伴う計算負荷をパワー積分と比較して大幅に削減でき、低電力化が可能である。

【0045】GPS受信装置が航法メッセージによる疑似ノイズ信号の位相反転を取得する必要がないため、基地局との通信が可能な場所ならばどこであっても高感度化処理が実行可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るGPS測位システムのブロック構成図である。

【図2】本発明に係る基地局のブロック構成図である。

【図3】本発明に係るGPS受信装置（移動局）のブロック構成図である。

【図4】GPS受信装置（移動局）の積分部の機能ブロック構成図である。

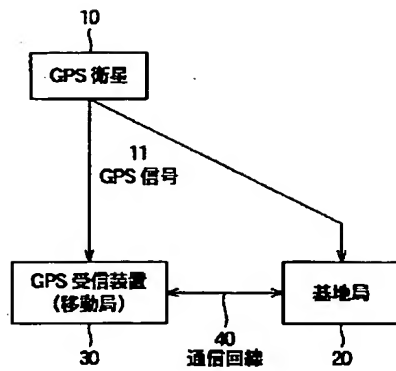
【図5】積分部の動作を示す図であり、図5（e）は中間周波信号サンプルデータと同期した航法メッセージの詳細な位相反転情報、図5（f）は位相反転情報を基に位相補正された中間周波信号サンプルデータ、図5（g）は位相積分された中間周波信号、図5（h）は受信された疑似ノイズ信号と生成した疑似ノイズ信号との位相ずれである。

【図6】従来の信号処理の動作を示す図であり、図6（a）は疑似ノイズ信号と呼ばれる1msで繰り返す位相変調信号、図6（b）はGPS信号をダウンコンバートした中間周波信号、図6（c）は位相積分された中間周波信号、図6（d）は受信された疑似ノイズ信号と生成した疑似ノイズ信号との位相ずれである。

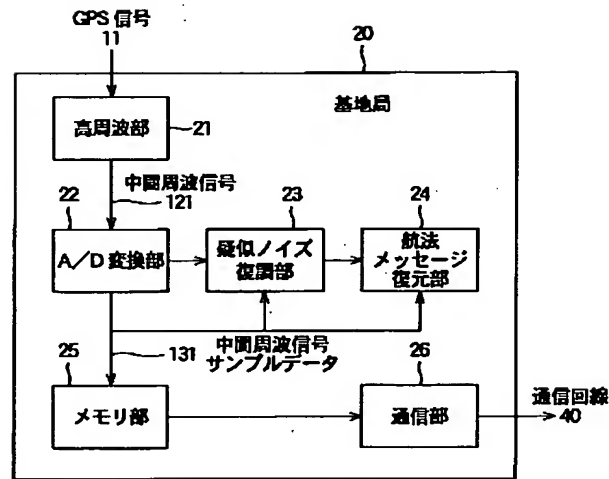
【符号の説明】

- 10 GPS衛星
- 20 基地局
- 21 高周波部
- 22 A/D変換部
- 23 疑似ノイズ復調部
- 24 航法メッセージ復元部
- 25 メモリ部
- 26 通信部
- 30 GPS受信装置（移動局）
- 31 高周波部
- 32 A/D変換部
- 33 メモリ部
- 34 通信部
- 35 積分部
- 36 GPS計算部
- 40 通信回線

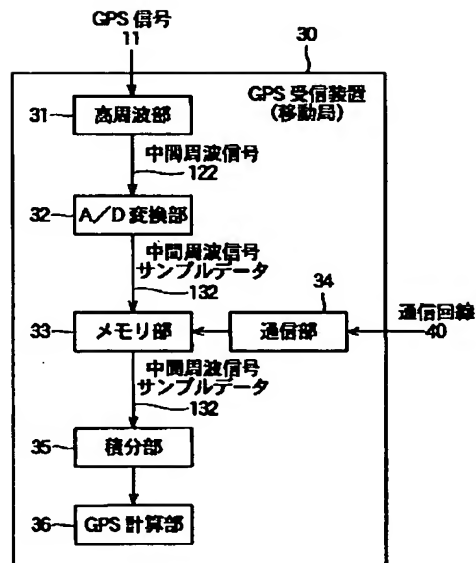
【図1】



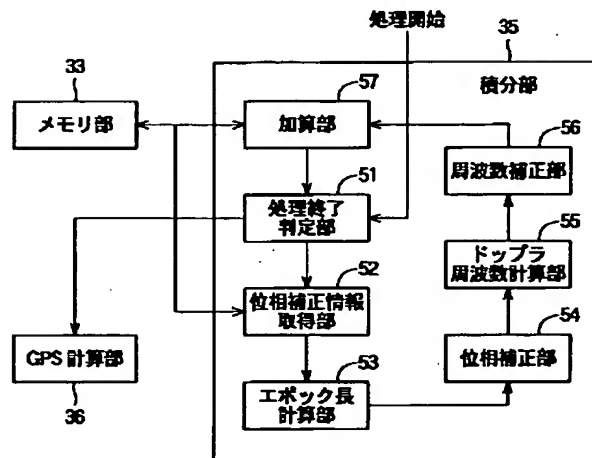
【図2】



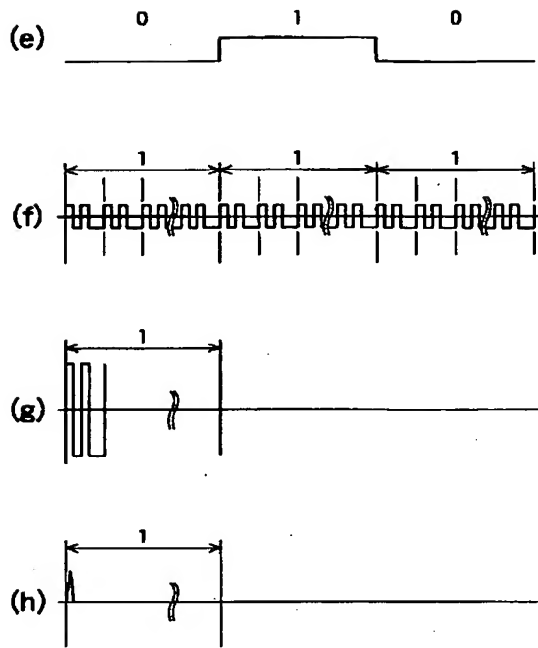
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

